

串联密炼机恒温混炼工艺性能的研究

刘华龙, 丛明辉, 王婷婷, 孙庆江, 董凌波*, 关金朝

(三角轮胎股份有限公司, 山东 威海 264200)

摘要:对IM550E/IM1000ET重型串联密炼机恒温混炼与恒转速混炼工艺性能进行对比研究。结果表明:与恒转速混炼工艺相比,在混炼时间基本相同条件下恒温混炼工艺能耗下降56%,降低母炼胶单位门尼粘度能耗下降33%,终炼胶门尼粘度增大11%,炭黑分散性下降,老化前胶料的定伸应力、拉伸强度和拉伸伸长率等物理性能略有下降,但老化后物理性能增强,与钢丝帘线粘合性能提高,滞后损失及生热相当。

关键词:串联密炼机;啮合转子;恒温混炼;能耗;物理性能;粘合性能;动态力学性能

中图分类号:TQ330.6⁺3

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2022)10-0620-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2022.10.0620



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

在轮胎生产过程中,混炼胶质量至关重要,在整个轮胎生产工艺流程中胶料混炼耗电占比较大,因此如何提高胶料混炼质量、降低能耗是胶料混炼技术研究中的重要课题。相对于传统单密炼机,胶料在串联密炼机的上密炼机中完成混炼后不经过降温过程直接排入下密炼机中继续混炼,降低了胶料中转及降温冷却过程中的人力成本和能源消耗。目前使用啮合转子的串联密炼机的上下密炼机均能实现精准变转速恒温混炼,提高混炼胶混炼均匀性和混炼程度^[1-6],但是目前对串联密炼机的变转速恒温混炼工艺性能研究较少。

本工作通过对IM550E/IM1000ET重型串联密炼机的恒温混炼与恒转速混炼工艺性能进行对比,研究串联密炼机的混炼工艺性能。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),20[#]标准胶,马来西亚产品;炭黑,山东贝斯特有限公司产品;白炭黑,山东联科科技股份有限公司产品。

1.2 配方

试验采用公司全钢载重子午线轮胎0°带束层胶料(编号为JL),配方主要组分为NR、炭黑和白

炭黑。

1.3 主要设备和仪器

IM550E/IM1000ET重型串联密炼机,德国克虏伯公司产品;BB270型密炼机,日本神户制钢公司产品;MV-3000型门尼粘度计和TS-2000M型电子拉力机,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品;RPA2000橡胶加工分析(RPA)仪,美国阿尔法科技有限公司产品;动态热机械分析(DMA)仪,德国GABO公司产品;401B型老化试验箱,江都试验机械厂产品。

1.4 混炼工艺

母炼胶采用IM550E/IM1000ET重型串联密炼机混炼(IM550E和IM1000ET密炼机的功率分别为2 550和1 500 kW,均采用啮合PES5型转子,转子速比均为1:1),具体混炼工艺方案如下。

(1)JL-1编号胶料混炼,恒转速混炼过程转子转速为50 r·min⁻¹,恒温混炼过程转子转速为5~50 r·min⁻¹。一段混炼工艺为:上密炼机加NR、小料、炭黑和白炭黑→压压砣(30 s)→提压砣→压压砣(30 s)→提压砣→压压砣升温至160℃→排胶至下密炼机→下密炼机恒温155℃,保持180 s→排胶;二段混炼工艺为:上密炼机加一段混炼胶→压压砣(30 s)→提压砣→压压砣(30 s)→提压砣→压压砣升温至160℃→排胶至下密炼机→下密炼机恒温155℃,保持140 s→排胶。三段混炼工艺同二段混炼。

作者简介:刘华龙(1989—),男,山东威海人,三角轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事全钢轮胎胶料密炼技术管理工作。

*通信联系人(donglingbo@triangle.com.cn)

门尼粘度分别为55和61, JL-2终炼胶的门尼粘度增大11%, 而总能耗减小16%。

2.2.2 物理性能

JL-1与JL-2两种胶料物理性能对比如表4所示。

表4 JL-1与JL-2两种胶料物理性能对比

项 目	JL-1	JL-2
硫化条件150 °C × 30 min		
邵尔A型硬度/度	72	73
100%定伸应力/MPa	4.7	4.7
300%定伸应力/MPa	19.0	18.7
拉伸强度/MPa	23.1	22.0
拉断伸长率/%	363	356
100 °C × 48 h老化后		
邵尔A型硬度/度	83	83
100%定伸应力/MPa	10.2	10.5
拉伸强度/MPa	13.1	13.7
拉断伸长率/%	129	130
硫化条件150 °C × 60 min		
邵尔A型硬度/度	73	73
100%定伸应力/MPa	4.6	4.4
300%定伸应力/MPa	18.1	17.4
拉伸强度/MPa	21.3	20.7
拉断伸长率/%	346	355

从表4可以看出, 老化前JL-1胶料的物理性能略好于JL-2胶料, 而老化后JL-2胶料的物理性能略好。这表明相比增加1段母炼胶混炼, 增加150 °C × 150 s变转速恒温混炼工艺对胶料物理性能影响不大, 甚至可以改善胶料的耐老化性能。

2.2.3 钢丝粘合性能

使用JL-1和JL-2两种胶料进行钢丝帘线(规格为3 × 0.20 + 6 × 0.35HT)覆胶制样, H抽出力测试结果分别为1 010和1 126 N。

由此可见, JL-2胶料的钢丝抽出力大于JL-1胶料, 表明增加恒温混炼工艺有利于胶料中配合剂的分散和反应, 增强了胶料的钢丝粘合性能。

2.2.4 动态力学性能

取JL-1与JL-2两种终炼胶进行RPA测试, 得到在0.7%~100%应变范围内储能模量的下降幅度($\Delta G'$); 取两种硫化胶进行DMA测试, 得到60 °C下损耗因子($\tan\delta$), 结果如表5所示。

从表5可以看出, 在0.7%~100%应变范围内, JL-1和JL-2两种胶料的 $\Delta G'$ 分别为235和277 kPa, 根据Payne效应^[7], JL-1胶料的炭黑分散性好于

表5 JL-1与JL-2两种胶料动态力学性能对比

项 目	JL-1	JL-2
$\Delta G'$ /kPa	235	277
$\tan\delta$	0.103	0.103

JL-2胶料。这表明增加恒温混炼工艺对炭黑的分散作用不如增加1段恒转速混炼工艺, 但可以提高配合剂的混炼均匀性和反应程度。

从表5还可以看出, JL-1与JL-2两种胶料60 °C下 $\tan\delta$ 相同, 表明增加相同时间的恒温混炼工艺与增加1段母炼胶混炼生产胶料滞后损失和生热基本一致^[8]。

3 结论

与恒转速混炼工艺相比, IM550E/IM1000ET重型串联密炼机在相同混炼时间内恒温混炼工艺具有以下特点。

(1) 减少混炼段数, 减轻劳动强度, 提高生产效率5%, 能耗下降56%, 降低单位门尼粘度能耗下降33%, 母炼胶混炼总能耗下降16%。

(2) 终炼胶门尼粘度降低11%, 炭黑分散性下降, 胶料的定伸应力、拉伸强度和拉断伸长率等物理性能略有下降, 但老化后物理性能提高, 胶料与钢丝帘线的粘合性能提高, 滞后损失和生热相当。

参考文献:

- [1] 刘华龙, 崔晓, 宫璐, 等. IM550E/IM1000ET重型串联密炼机在全钢载重子午线轮胎生产线中的应用[J]. 轮胎工业, 2021, 41(11): 707-710.
- [2] 刘丽, 张仁广, 刘婧, 等. 串联密炼机组的研发和应用概况[J]. 橡胶科技, 2014, 12(3): 5-11.
- [3] 吕炜帅. 串联式密炼机的混炼机理与实验研究[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2012.
- [4] 王斌. HF串联密炼机炼胶工艺技术研究[J]. 橡塑技术与装备, 2013, 39(12): 14-17.
- [5] 吴剑铭, 刘雪云. 浅析串联式密炼机[J]. 橡塑技术与装备, 2013, 39(1): 42-46.
- [6] 杨文超. 新型剪切啮合型转子密炼机混炼机理及实验研究[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2007.
- [7] 战艳虎, 孟艳艳, 夏和生. 不同维数填料对橡胶Payne效应的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2017, 33(1): 92-96.
- [8] 王宝山, 常双凯, 张琳, 等. 胎面胶动态能量损耗的测试方法及其与损耗因子相关性的研究[J]. 橡胶工业, 2021, 68(12): 937-941.

收稿日期: 2022-06-17

Research on Constant Temperature Mixing Process of Tandem Mixer

LIU Hualong, CONG Minghui, WANG Tingting, SUN Qingjiang, DONG Lingbo, GUAN Jinzhao

(Triangle Tire Co., Ltd, Weihai 264200, China)

Abstract: The processing property of constant temperature mixing and constant rotor speed mixing of IM550E/IM1000ET heavy duty tandem mixer was comparatively investigated. The results showed that, compared with the constant rotor speed mixing process, under the condition of basically the same mixing time, the energy consumption of the constant temperature mixing process was lower by 56%, the energy consumption of decreasing per unit Mooney viscosity of the masterbatch was lower by 33%, the Mooney viscosity of the finished batch increased by 11%, the dispersion of carbon black decreased, the physical properties such as the modulus, tensile strength and elongation at break of the compound decreased slightly before aging, but increased after aging, the adhesion property with steel cord was enhanced, and the hysteresis loss and heat build-up were equivalent.

Key words: tandem mixer; intermeshing rotor; constant temperature mixing; energy consumption; physical property; adhesion property; dynamic mechanical property

过渡平缓的工程轮胎胎面挤出胶条结构 及其二次压合方法

由广饶县计量测试检定所(广饶县产品质量检验所、广饶县橡胶轮胎产品与材料质量检验中心)和泰凯英(青岛)专用轮胎技术研究开发有限公司申请的专利(公布号 CN 114714651A, 公布日期 2022-07-08)“过渡平缓的工程轮胎胎面挤出胶条结构及其二次压合方法”,涉及一种过渡平缓的工程机械轮胎胎面挤出胶条结构及其二次压合方法。它包括轮胎的胎筒以及对胎筒挤出胶条逐圈缠绕的缠绕机,自缠绕机挤出的胶条截面口型呈等腰梯形,宽度为65~75 mm、厚度为5~6 mm,且梯形的最小角度为15°~22°;胶条逐圈缠绕于胎筒形成缠绕胎面,缠绕胎面的端点与胎筒形成过渡深度小于5 mm的过渡平缓段。通过调整缠绕胎面挤出胶条的口型为等腰梯形,然后在缠绕胎面端点覆盖部位增加部件表面打磨操作,实现缠绕后胎面端点与相邻部件平缓过渡,并对缠绕胎面端点增加胎侧胶片贴合及两次压合步骤。

(本刊编辑部 马 晓)

一种供料系统、供料方法及轮胎成型机

由软控股份有限公司和青岛软控机电工程有限公司申请的专利(公布号 CN 114103207A, 公布日期 2022-03-01)“一种供料系统、供料方法及轮胎成型机”,公开了一种供料系统、供料方法及轮胎成型机,其中供料系统包括机架、带束层鼓和对称设置于机架两侧用于输送第1带束层的第1前输送模板和第1后输送模板、以及用于输送第2带束层的第2前输送模板和第2后输送模板,第1前输送模板和第2前输送模板均设置于带束层鼓的下端,其中第1前输送模板和第2前输送模板的后端分别转动连接于机架上,第1前输送模板和第2前输送模板的前端还设置有用以提升或降低第1前输送模板和第2前输送模板的提升装置。本发明不仅避免了两个前输送模板共用1个贴合工位导致的挤撞现象,而且避免了滑动切合时导致的打滑风险,从而有效提升了带束层输送模板就位的精度,极大地提升了贴合质量和贴合效率。

(本刊编辑部 马 晓)